

LA TECHNOLOGIE TRADITIONNELLE DU SORGHO
AU CAMEROUN

INFLUENCE DE LA MOUTURE
SUR LA VALEUR NUTRITIVE

par

J.-C. FAVIER, S. CHEVASSUS-AGNES, A. JOSEPH et G. GALLON

Section Nutrition de l'O.R.S.T.O.M., — Yaoundé (Cameroun)

avec la collaboration technique de M. ABONA, F. ESSIMBI, C. MESSI,
A. NGOUHOUE et B. TABI

(Reçu le 20 juin 1972)

SOMMAIRE

- I. INTRODUCTION ET OBJET DU TRAVAIL.
- II. MATÉRIEL D'ÉTUDE ET TECHNIQUES D'ANALYSES.
 - A. Aspects botaniques et agronomiques.
 - B. Composition chimique et valeur nutritive.
 - C. Techniques d'analyses.
- III. RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX.
 - A. Décorticage.
 - B. Broyage.
 - C. Préparation du kourou.
 - D. Séchage au soleil.
 - E. Cuisson.
- IV. DISCUSSION DES RÉSULTATS.
- V. CONCLUSIONS.
- VI. BIBLIOGRAPHIE.

-7 OCT. 1986

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire
N° : 20.454
Cpte : B

23

Printed in France

Copyright by « CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE » 1972

Tous droits réservés

I

INTRODUCTION ET OBJET DU TRAVAIL

Le sorgho occupe une place très importante dans l'alimentation des populations du Nord-Cameroun et plus généralement des zones soudanienne et guinéenne, là où les chutes de pluie sont comprises entre 600 et 1 300 mm. C'est ainsi qu'on note une consommation moyenne de 450 g par jour et par personne pour l'ensemble du Nord-Cameroun (6). Des populations (Tou-pouri de Golompou) atteignent même à certaines saisons 670 g et en moyenne, sur l'année entière, 566 g (14). La production de mil du Nord-Cameroun, mil pénicillaire inclus*, s'établit d'ailleurs selon les années entre 275 000 et 550 000 tonnes pour une population de 1 600 000 habitants soit de 470 à 940 g par tête.

Le but du présent travail est de mieux connaître les transformations technologiques traditionnelles du sorgho au Cameroun et leur influence sur la valeur nutritionnelle des produits qui en dérivent. Peu d'études, en effet, ont été réalisées sur la mouture traditionnelle des sorghos hormis les travaux de CARR en Rhodésie (3) et ceux d'ADRIAN et collaborateurs sur des mélanges de petit mil et de sorgho au Hoggar (1). Ces renseignements doivent permettre de rendre plus précise la conversion des aliments en nutriments au cours des enquêtes de consommation ou lors des travaux d'économie alimentaire : bilans des disponibilités, planification des productions vivrières. Le plus souvent, en effet, en l'absence de données précises sur les pertes qu'entraînent inévitablement les traitements technologiques, les auteurs sont obligés de baser sur le sorgho entier l'évaluation de la valeur nutritionnelle, commettant ainsi d'importantes erreurs par excès. Dans le domaine de l'éducation nutritionnelle et de l'économie ménagère, une meilleure connaissance de la valeur nutritive des divers dérivés du sorgho et de l'influence de leurs modes de préparation peut conduire à recommander certains d'entre eux plutôt que d'autres. Ainsi, l'utilisation de moulins à moteur pour moudre le sorgho devenant de plus en plus courante, il était intéressant de comparer sur le plan nutritionnel cette technique et le procédé traditionnel de mouture.

II

MATÉRIEL D'ÉTUDES ET TECHNIQUES D'ANALYSE

A. Aspects botaniques et agronomiques

Avec les millets, le sorgho forme le groupe des mils, céréales qui ont en commun la petitesse de leurs grains. Le sorgho a les grains relativement les plus gros, d'où son nom de gros mil, les millets étant désignés sous le terme de petit mil.

* Il ne nous a pas été possible de trouver des statistiques concernant le seul sorgho.

Le genre *Sorghum* comprend de très nombreuses espèces et variétés cultivées, classées par SNOWDEN selon les caractères de leurs inflorescences et de leurs épillets. Dans le seul Nord-Cameroun, on en a inventoriés plus d'un millier (13).

Le sorgho cultivé est une plante annuelle formée d'une touffe de tiges rectilignes pouvant atteindre 0,80 à 5 m de hauteur. Les feuilles alternes, longuement engainantes sur la tige, ont une longueur de 50 à 80 cm et une largeur maxima de 5 à 10 cm. L'inflorescence termine la tige qui a achevé son développement normal. C'est une panicule rameuse de forme et de dimension variables suivant les variétés : dense et compacte quand ses ramifications sont courtes, lâche lorsque celles-ci sont longues. Les dernières ramifications portent le grain de forme globuleuse plus ou moins aplatie. de coloration variant du blanc au jaune, rouge ou brun plus ou moins foncé. A maturité, les glumes qui sont aussi diversement colorées peuvent enfermer complètement le grain ou s'entrouvrir pour le laisser apparaître. Ce dernier a la constitution de tous les grains de céréales. Le péricarpe, qui comprend plusieurs assises de cellules, est soudé au tégument de la graine proprement dite. L'albumen (endosperme), entouré d'une assise protéique à grains d'aleurone, est formé de deux parties : un albumen corné, voisin de l'assise aleurique, et un albumen farineux au centre. L'embryon, qui fait une saillie plus ou moins prononcée à la base du grain, a sensiblement la même constitution que celui des autres céréales. Le grain a des dimensions variables suivant l'espèce et la variété mais il est toujours relativement petit : le poids de 1 000 grains s'établit généralement entre 25 et 50 g.

Pour donner une bonne production, la plante exige des sols assez fertiles. Dès qu'elle a formé son système racinaire, elle est douée d'une assez grande résistance à la sécheresse.

Le sol est préparé en fin de saison sèche : les herbes, les feuilles, les tiges de mil restées sur place depuis la précédente récolte sont brûlées; du fumier animal est apporté. La terre est ensuite grattée à la houe sur 4 à 5 cm de profondeur et retournée. Quelquefois elle est rassemblée en buttes. Avec les premières pluies vient le temps des semences : le grain est jeté dans des poquets faits au bâton à fouir. Deux à quatre sarclages sont pratiqués durant le développement de la plante et la terre est ramenée en butte autour des pieds. En début de végétation, les manquants sont remplacés par des nouveaux semis ou par repiquage de plants prélevés sur les touffes les plus denses. Certaines variétés — les muskwari — sont repiquées sur les terres à karra, sols lourds qui conservent leur humidité suffisamment longtemps après la saison des pluies pour permettre le développement complet de la plante et la maturation des grains. Les premières récoltes, celles du sorgho précoce, commencent en septembre-octobre, mais c'est généralement en décembre qu'elles atteignent leur maximum. Les sorghos repiqués sont récoltés plus tard, en février-mars.

Le mil récolté est mis à sécher puis, soit laissé en panicules, soit battu sur des aires à l'aide de longs bâtons coudés. Grains et panicules sont stockés

dans des greniers, sortes de silos ou de grandes jarres en poto-poto (argile pétrie et séchée à laquelle on incorpore quelquefois de la paille ou du sable et des graviers). La récolte est généralement bien protégée des rongeurs et des termites si le fond du grenier a été soigneusement balayé et recouvert de cendres végétales. Des cendres peuvent également être répandues au-dessus des produits stockés ou même mélangées aux grains destinés à être semés. On voit aussi certaines ethnies aménager un poulailler sous le grenier (les poules mangent les insectes) ou y faire du feu périodiquement. Le grenier est souvent hermétiquement fermé par une dalle en poto-poto et son accès n'est autorisé qu'à un nombre limité de personnes. Malgré toutes ces précautions, des prédateurs autres que les rongeurs ou les termites peuvent endommager plus ou moins gravement la provision de mil selon les régions, les années, l'emplacement du grenier, la date de la récolte, de son battage et de son engrangement (10). Par ailleurs, pour protéger son contenu de l'humidité, le grenier est fréquemment construit sur un socle de pierres ou de bois, et s'il n'est pas à l'intérieur d'une case, recouvert d'un toit de chaume et parfois entouré de nattes ou de paille.

B. Composition chimique et valeur nutritive

Le tableau I présente la composition chimique du sorgho que nous avons utilisé dans notre travail, un sorgho acheté au marché, de couleur jaune, mais qu'il ne nous a pas été possible d'identifier avec précision. Nous le comparons au seul sorgho jaune donné par la Table de composition de la FAO (7) et à la moyenne de toutes les variétés recensées par cette table.

Notre sorgho se montre bien représentatif de l'ensemble du genre, sauf en ce qui concerne le calcium qui est particulièrement faible dans notre étude.

Le sorgho apparaît comme un aliment essentiellement énergétique par sa richesse en glucides. Cependant sa teneur en protides est loin d'être négligeable à tel point qu'il arrive généralement à couvrir le besoin azoté des adultes dans les mêmes proportions que le besoin calorique. Mais il n'en est pas de même pour le besoin protidique de croissance, d'autant moins bien couvert par une ration où le sorgho n'est pas accompagné d'une quantité suffisante d'aliments riches en protéines (arachides, aliments d'origine animale...), que c'est la lysine qui constitue le facteur limitant primaire. Le facteur limitant secondaire est constitué par la méthionine ou la thréonine selon les auteurs et la méthode utilisée pour le déterminer. La leucine, en excès, accentue le déséquilibre des acides aminés.

Le sorgho entier contient une proportion relativement importante d'indigestible glucidique. Mais cet agent de « désassimilation » est en grande partie éliminé par décorticage du grain. Il convient cependant de noter qu'une fraction importante des populations du Nord-Cameroun, les Kirdis, consomment le sorgho dans son intégralité.

TABLEAU I
Composition chimique au sorgho
(p. 100 g de grain entier frais)

	Sorgho de notre étude	Table FAO	
		Sorgho jaune	Moyenne de toutes les variétés
Nombre d'échantillons analysés.....	1	1	48 à 189 selon le nutriment envisagé
Calories.....	332	353	345
Eau (g).....	13,2	9,4	10,1 (4,6-18,0)
Protides (g).....	8,3	8,7	10,7 (7,3-18,9)
Lipides (g).....	2,6	3,9	3,2 (0,1-5,8)
Glucides totaux (g).....	74,3	76,6	—
Cellulose (g).....	2,2	—	2,4 (1,4-4,1)
Cendres (g).....	1,5	1,4	1,9 (1,1-4,5)
Calcium (mg).....	11,1	70	26 (14-70)
Phosphore (mg).....	291	—	330 (180-444)
Ca/P.....	0,04	—	0,08
Phosphore P/P. total (p. 100).....	58	—	—
Sodium.....	4,9	—	—
Potassium.....	313	—	—
Thiamine (µg).....	473	—	340 (170-620)
Riboflavine (µg).....	87	—	150 (50-680)
Niacine (mg).....	4,0	—	3,3 (1,3-5,1)

La teneur du sorgho en calcium est très faible, surtout dans l'échantillon que nous avons étudié, alors que la teneur en phosphore est élevée, amenant le rapport Ca/P à un niveau extrêmement bas. De plus, la proportion de phosphore phytique par rapport au phosphore total est élevée, insolubilisant ainsi le calcium et le rendant théoriquement inassimilable. Il est signalé par ailleurs que les sorghos seraient caractérisés par une activité phytasique pratiquement nulle ce qui rendrait encore plus manifeste leur déficience en calcium. Cependant les bilans établis sur l'enfant et l'adulte par l'École Indienne (12), rapportés par J. ADRIAN et R. JACQUOT (2), ont montré que les éléments phosphocalciques apportés par le sorgho étaient bien assimilés. J. ADRIAN et R. JACQUOT en concluent que l'acide phytique est hydrolysé au cours du transit digestif, non par le fait des phytases végétales pratiquement absentes des grains, mais grâce à des phytases élaborées par la flore digestive.

Notre sorgho est riche en potassium, très pauvre en sodium. Le rapport K/Na s'établit à 64 alors que PINTA et BUSSON (15) ont constaté qu'il variait entre 18 et 48 pour l'ensemble des 12 sorghos qu'ils ont étudiés.

Sur le plan des vitamines du groupe B, le sorgho entier est assez bien pourvu en thiamine et niacine mais insuffisamment en riboflavine. Nous verrons, au cours de notre étude, ce qu'il reste de ces vitamines dans les produits résultant des traitements technologiques.

C. Techniques d'analyses

Eau : Dessiccation à l'étuve à 104-107 °C jusqu'à masse constante (48 heures).

Protides : Dosage de l'azote total selon la méthode de Kjeldahl après minéralisation sulfurique en présence de catalyseur au sélénium.

Coefficient de conversion de l'azote en protides = 6,25.

Lipides : Extraction par l'éther de pétrole au soxhlet.

Glucides totaux : Différence entre l'extrait sec et la somme protides + lipides + cendres.

Indigestible glucidique : Technique de GUILLEMET et JACQUOT (8) à l'acide formique.

Cendres : Incinération à 550 °C pendant 6 à 8 heures.

Calcium, Potassium, Sodium : Dosage par photométrie de flamme sur une solution nitro-chlorhydrique des cendres.

Phosphore : Dosage colorimétrique du phospho-vanado-molybdate d'ammonium sur la solution nitro-chlorhydrique des cendres [technique de MISSON].

Phosphore phytique : Dosage colorimétrique par la méthode de HOLT (9).

Vitamines du groupe B : Dosages microbiologiques selon les techniques de :

- DEIBEL, EVANS et NIVEN pour la thiamine (5);
- SNELL et STRONG pour la riboflavine (18);
- SNELL et WRIGHT pour la niacine (19).

Calories : Application des coefficients d'Atwater (7) :

	Sorgho entier	Sorgho bluté	Son
Protides.....	3,59	3,87	1,82
Lipides.....	8,37	8,37	8,37
Glucides totaux par différence...	3,78	4,12	2,35

III RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

Les préparations à base de sorgho sont peu nombreuses au Cameroun. En dehors des boissons alcoolisées, qui sont étudiées par ailleurs (4), les seules formes sous lesquelles le sorgho est consommé sont des pâtes ou des bouillies obtenues à partir de diverses farines et semoules (fig. 1).

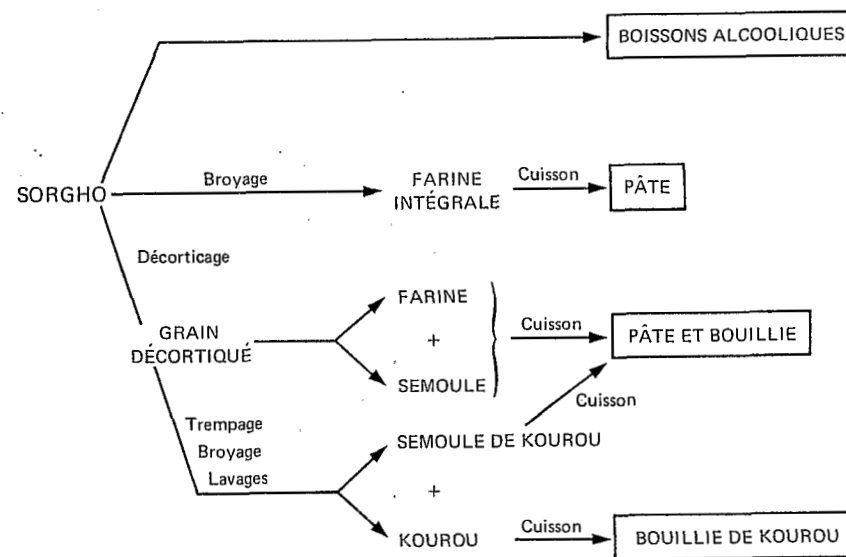


FIG. 1

Technologie traditionnelle du Sorgho

(Les formes directement consommables sont encadrées)

Certaines ethnies de paysans extrêmement pauvres (Kirdis) préparent une farine grise, complète, par simple broyage du sorgho non décortiqué. Les populations plus aisées, vivant dans les villes ou de religion islamique, décortiquent le grain, en éliminant le son et, après broyage, séparent une farine et une semoule relativement blanches. Enfin une recette très appréciée, le kourou, consiste à faire tremper longuement le grain décortiqué puis à le broyer en présence d'eau. La suspension obtenue, passée à travers une toile, est mise à décanter; la farine blanche qui se dépose, appelée kourou, sert à la préparation d'une bouillie.

Nous allons décrire plus en détail les opérations que ces modes de préparation requièrent et étudier leur influence sur la valeur nutritive. Les tableaux II, III et IV présentent le bilan nutritionnel des diverses transformations que nous avons observées au Cameroun :

- tableaux II et II bis, décortilage et mouture traditionnelle;
- tableaux III et III bis, mouture par broyeur à moteur;
- tableaux IV et IV bis, préparation du kourou.

A. Décortilage

Comme nous l'avons déjà dit, le sorgho est stocké dans des greniers soit en épis, soit en grains. La première tâche de la ménagère quand elle dispose de sorgho en épis est donc de séparer le grain. Le dépiquage se pratique au mortier et au pilon de bois : quelques coups de pilon sur les panicules pour en détacher les grains et un simple vannage pour séparer les rafles et la paille.

Le grain est ensuite rapidement lavé à l'eau pour le débarrasser de diverses impuretés : terre, poussières, paille, grains creux ou parasités. Essoré mais encore humide, il est alors introduit dans un grand mortier de bois et pilonné modérément pendant quelques minutes pour détacher les enveloppes. Puis la ménagère le vanne, soit en lui imprimant de nombreuses petites secousses successives pour séparer par gravité le son du grain décortiqué, soit en faisant tomber le mélange d'une hauteur d'un mètre cinquante environ après avoir pris soin de se placer dans un courant d'air qui emporte les balles plus légères.

L'opération est généralement recommencée une deuxième fois pour parfaire le décortilage. Le grain est ensuite lavé à grande eau pour éliminer les dernières traces de son, puis il est exposé au soleil pendant environ une demi-heure pour être grossièrement séché.

Les deux opérations de décortilage que nous avons observées ont donné des proportions de son et de grain décortiqué respectivement très voisines (exprimées en matière sèche) :

- 19,7 p. 100 de son et 76,8 p. 100 de sorgho décortiqué dans le cas d'une femme de race Baya dans la région de l'Adamaoua;
- 15,8 p. 100 de son et 73,9 p. 100 de sorgho décortiqué dans le cas d'une ménagère du quartier Haoussa de Yaoundé.

TABLEAU II
Décortilage et mouture traditionnelle du sorgho
 (moyenne de deux expérimentations)

	Matière sèche		Calories		Protéides		Lipides		Glucides totaux		Indigestible glucidique		Cendres	
	g	Retrouvé p. 100	K / cal	Retrouvé p. 100	g	Retrouvé p. 100	g	Retrouvé p. 100	g	Retrouvé p. 100	g	Retrouvé p. 100	g	Retrouvé p. 100
Sorgho brut (4 673 g).....	4 055	100	15 538	100	390,3	100	121,6	100	3 471	100	102,2	100	72,4	100
Son (1 317 g).....	740	18	1 872	12	76,6	20	42,5	35	587	17	66,2	65	33,9	47
Sorgho décortiqué (4 321 g).....	3 069	76	12 506	80	292,3	75	43,7	36	2 672	77	29,5	29	31,1	43
Semoule (661 g)...	509	13	2 049	13	48,3	12	0,5	0,4	451	13	7,8	8	1,6	2
Farine fraîche (3 323 g).....	2 326	57	9 513	61	223,1	57	42,5	35	2 013	58	20,7	20	27,0	37
Farine séchée au soleil (2 569 g) ..	2 231	55	9 134	59	209,8	54	37,9	31	1 943	56	20,6	20	19,7	27

TABLEAU II bis

Décorticage et mouture traditionnelle du sorgho

(moyenne de deux expérimentations)

	Thiamine		Riboflavine		Niacine		Phosphore total		Phosphore phytique		Calcium		Sodium		Potassium	
	mg	Retrouvé p. 100	mg	Retrouvé p. 100	mg	Retrouvé p. 100	mg	Retrouvé p. 100	mg	Retrouvé p. 100	mg	Retrouvé p. 100	mg	Retrouvé p. 100	mg	Retrouvé p. 100
Sorgho brut 4 673 g.....	22,12	100	4,05	100	188,4	100	13 596	100	7 859	100	519	100	231	100	14 201	100
Son 1 317 g.....	7,80	35	1,49	37	73,1	39	4 769	35	3 089	39	118	23	64	27	5 044	35
Sorgho décortiqué 4 321 g.....	9,23	42	1,43	35	59,8	32	5 883	43	3 551	45	416	80	127	55	5 063	36
Semoule 661 g.....	0,18	1	0,13	3	2,5	1	214	2	161	2	34	7	25	11	399	3
Farine fraîche 3 323 g.....	8,50	38	1,23	41	52,3	28	5 292	53	-	-	274	53	137	59	4 622	32
Farine séchée au soleil 2 569 g.....	7,19	32	0,92	23	48,6	26	4 647	34	3 016	38	232	45	104	45	4 107	29

— 230 —

TABLEAU III

Mouture par broyeur à moteur

	Matière sèche		Calories		Protéides		Lipides	
	g	Récupération par rapport au Sorgho décortiqué p. 100	K/cal	Récupération par rapport au Sorgho décortiqué p. 100	g	Récupération par rapport au Sorgho décortiqué p. 100	g	Récupération par rapport au Sorgho décortiqué p. 100
Sorgho décortiqué (1 317 g).....	951	100	3 909	100	90,5	100	13,6	100
Farine tamisée (935 g).....	754	79	3 106	79	64,2	71	10,2	75
Semoule (229 g)...	184	19	758	19	23,5	26	3,9	29
Total farine + se- moule (1 164 g)...	938	99	3 864	99	87,7	97	14,1	104
Sorgho décortiqué (1 317 g)	837	100	9,1	100	9,6	100	9,6	100
Farine tamisée (935 g)	673	80	5,3	80	6,5	80	6,5	80
Semoule (229 g)	154	18	3,3	18	2,6	18	2,6	27
Total Farine + semoule (1 164 g)	827	99	8,6	99	9,1	99	9,1	95

— 231 —

TABLEAU III bis

Mouture par broyeur à moteur

	Thiamine		Riboflavine		Niacine		Phosphore total	
	mg	Récupération par rapport au Sorgho décortiqué	mg	Récupération par rapport au Sorgho décortiqué	mg	Récupération par rapport au Sorgho décortiqué	mg	Récupération par rapport au Sorgho décortiqué
		p. 100		p. 100		p. 100		p. 100
Sorgho décortiqué (1 317 g)	2,86	100	0,44	100	18,5	100	1 823	100
Farine tamisée (935 g)	1,62	57	0,28	64	8,9	48	1 197	66
Semoule (229 g) ...	0,08	3	0,13	29	5,4	29	482	26
Total farine + semoule (1 164 g) ..	1,70	59	0,41	93	14,3	77	1 679	92

	Phosphore phytique		Calcium		Sodium		Potassium	
	mg	Récupération par rapport au Sorgho décortiqué	mg	Récupération par rapport au Sorgho décortiqué	mg	Récupération par rapport au Sorgho décortiqué	mg	Récupération par rapport au Sorgho décortiqué
		p. 100		p. 100		p. 100		p. 100
Sorgho décortiqué (1 317 g)	1 100	100	129	100	40	100	1 571	100
Farine tamisée (935 g)	-	-	87	67	36	90	1 435	91
Semoule (229 g) ...	-	-	31	24	8	20	482	31
Total farine + semoule (1 164 g) ..	-	-	118	91	44	110	1 917	122

TABLEAU IV
Préparation du kourou

	Matière sèche		Calories		Protéides		Lipides		Glucides totaux		Indigestible glucidique		Cendres	
	g	Retrouvé	K / cal	Retrouvé	g	Retrouvé	g	Retrouvé	g	Retrouvé	g	Retrouvé	g	Retrouvé
		p. 100		p. 100		p. 100		p. 100		p. 100		p. 100		p. 100
Sorgho brut (3 000 g)	2 603	100	9 974	100	250,4	100	78,0	100	2 228	100	65,6	100	46,5	100
Sorgho décortiqué (2 860 g)	1 998	77	8 206	82	190,3	76	26,7	34	1 758	79	18,8	29	22,3	48
S. décortiqué trempé lavé (2 505 g) ..	1 601	62	6 604	66	150,9	60	23,8	30	1 413	63	-	-	13,6	29
Déchets (252 g)	73	3	-	-	10,7	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Semoule (670 g) ...	358	14	1 465	15	40,6	16	0,5	1	316	14	4,4	7	0,4	1
Kourou frais (1 506 g)	869	33	3 600	36	63,2	25	9,5	12	795	36	3,5	5	1,1	2
Total comestible kourou + semoule (2 176 g) ..	1 227	47	5 065	51	103,8	41	10,0	13	1 111	50	7,9	12	1,5	3

TABLEAU IV bis
Préparation du kourou

	Thiamine		Riboflavine		Niacine		Phosphore total		Phosphore phytique		Calcium		Sodium		Potassium	
	mg	Retrouvé p. 100	mg	Retrouvé p. 100	mg	Retrouvé p. 100	mg	Retrouvé p. 100	mg	Retrouvé p. 100	mg	Retrouvé p. 100	mg	Retrouvé p. 100	mg	Retrouvé p. 100
Sorgho brut 3 000 g.....	14,20	100	2,60	100	120,9	100	8 728	100	5 045	100	377	100	148	100	9 400	100
Sorgho décortiqué 2 860 g.....	5,80	41	0,96	37	46,6	38	4 036	46	2 340	46	328	87	92	62	3 299	35
Sorgho décortiqué trempé lavé 2 505 g.	4,09	29	0,65	25	31,9	26	2 230	26	983	19	102	27	80	54	-	-
Déchets 252 g.....	0,62	4	0,08	3	3,7	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Semoule 670 g.....	0,05	0,4	0,06	2	2,7	2	127	1	101	2	12	3	20	13	75	1
Kourou frais 1 506 g.....	0,65	5	0,54	21	12,5	10	531	6	-	-	24	6	38	26	139	1
Total comestible (kourou + semoule).	0,70	5	0,60	23	15,2	12	658	8	-	-	36	10	58	39	214	2

Compte tenu des masses de grain différentes que traitaient ces deux femmes, le décorticage entraîne en moyenne une perte de substance sèche de 24 p. 100, dont 18 p. 100 sous forme de son, et permet de récupérer dans le grain décortiqué 76 p. 100 de la matière sèche du sorgho initial (tableau II). Les trois premières colonnes du tableau V indiquent la composition moyenne de 100 g de sorgho, les quantités de chaque nutriment retrouvées dans le son et, pour chacun, le pourcentage de perte totale par décorticage puisque les populations qui blutent leur mil ne récupèrent pas le son pour l'alimentation humaine.

Le décorticage permet d'éliminer 71 p. 100 de l'indigestible glucidique tout en conservant les trois quarts des protéines du sorgho initial et 80 p. 100 des calories et du calcium. Mais les deux tiers de la thiamine, de la riboflavine et de la niacine sont perdus tandis que le phosphore total diminue dans les mêmes proportions que le phosphore phytique, le rapport P phytique/P total demeurant ainsi aux environs de 0,60. Cette observation confirme celles de W. D. RAYMOND et coll. (17) et de M. N. RAO et coll. (16) rapportées par J. ADRIAN et R. JACQUOR selon lesquelles « la répartition du phosphore est identique dans toutes les fractions du grain de sorgho puisque l'élimination des parties externes n'apporte pas de modification quant au pourcentage de phosphore phytique » (2).

B. Broyage

Traditionnellement le sorgho décortiqué, rapidement séché au soleil, est broyé par un vigoureux pilonnage au mortier de bois. Dans les villes, pour une somme modique, les ménagères peuvent faire écraser au moulin à moteur le mil qu'elles ont préalablement décortiqué (moulin à disques cannelés).

Le produit de la mouture est ensuite tamisé pour en isoler la farine et, soit un résidu ressemblant fort à une semoule dans le cas du broyage à moteur, soit des fragments de grains cassés dans le cas de la mouture traditionnelle. La semoule est utilisée à la préparation de bouillies et de pâtes ou recyclée dans le broyeur. Les grains cassés sont soumis à un nouveau pilonnage pour être réduits en farine et semoule. Dans les deux types de mouture, la proportion de semoule par rapport à la farine est généralement de 20 à 25 p. 100. Il est à noter que la perte de matière brute est sensiblement plus élevée dans la méthode traditionnelle que par broyage au moteur car des grains ou leurs fragments jaillissent fréquemment hors du mortier au cours du pilonnage (tableau VI). Mais l'échauffement considérable de la farine lors du broyage par moulin provoque une perte sensible de vitamines. La thiamine, particulièrement thermolabile, est la plus touchée puisque 41 p. 100 de la vitamine du grain décortiqué est détruite alors que 7 p. 100 seulement de la riboflavine et 23 p. 100 de la niacine disparaissent. Nous nous expliquons mal la disparition d'une aussi grande proportion de niacine, vitamine habituellement assez résistante à la chaleur et à la lumière. Par contre, les vitamines sont intégralement respectées par le broyage au moulin (tableau VI).

TABLEAU V

Bilan nutritionnel de la mouture traditionnelle de 100 g de sorgho
(moyenne de deux expérimentations)

	Sorgho brut		Son		Sorgho décortiqué		Farine fraîche		Semoule		Total comestible (Farine + Semoule)	
	Quantité	Pourcentage	Quantité	Perte sous forme de son	Quantité	Perte totale p. décortiqué	Quantité	Récupération	Quantité	Récupération	Quantité	Récupération
				p. 100		p. 100		p. 100		p. 100		p. 100
Poids frais (g)	100	100	28,2	-	92,5	-	71,1	-	14,1	-	85,2	-
Poids sec (g)	86,8	100	15,8	18	65,7	24	49,8	57	10,9	13	60,7	70
Calories	332	100	40	12	270	19	205	62	44,5	13	249	75
Protides (g)	8,3	100	1,6	20	6,2	25	4,8	57	1,0	12	5,8	69
Lipides (g)	2,6	100	0,9	35	0,9	64	0,9	35	0,01	0,4	0,9	35
Glucides totaux (g)	74,3	100	12,6	17	57,8	22	43,5	59	9,8	13	53,3	72
Insoluble formique (g)	2,2	100	1,4	65	0,6	71	0,4	20	0,2	8	0,6	28
Cendres (g)	1,55	100	0,73	47	0,67	57	0,58	37	0,03	2	0,61	39
Calcium (mg)	11,1	100	2,5	23	8,9	20	5,9	53	0,7	6	6,6	59
Phosphore total (mg)	291	100	102	35	126	57	113	39	4	2	118	41
Phosphore phytique (mg)	168	100	66	39	76	55	-	-	3	2	-	-
P. phytique/P. total	0,58	-	0,65	-	0,60	-	-	-	0,70	-	-	-
Ca/P	0,04	-	0,02	-	0,07	-	0,05	-	0,15	-	-	-
Sodium (mg)	4,9	100	1,4	27	2,7	45	2,9	59	0,5	11	3,5	70
Potassium (mg)	313	100	108	34	108	65	99	32	8	3	107	34
Thiamine (µg)	473	100	167	35	198	65	182	38	4	1	186	39
Riboflavine (µg)	87	100	32	37	31	65	26	30	3	3	29	34
Niacine (mg)	4,0	100	1,6	39	1,3	68	1,1	28	0,1	2	1,2	30

TABLEAU VI
Comparaison des broyages par pilonnage et par moulin à moteur

	Sorgho décortiqué	Total récupéré dans farine + semoule (p. 100 dans sorgho décortiqué)	
		Pilonnage	Moulin à moteur
Poids sec	100	92	99
Calories	100	92	99
Protides	100	93	97
Lipides	100	98	104
Glucides totaux	100	92	99
Insoluble formique	100	97	94
Cendres	100	91	95
Calcium	100	74	91
Phosphore	100	94	92
Sodium	100	127	110
Potassium	100	99	122
Thiamine	100	94	59
Riboflavine	100	95	93
Niacine	100	95	77

Le tableau VII permet de comparer les compositions des diverses farines et semoules. Alors que la mouture traditionnelle livre des produits dont la teneur en protéines reste remarquablement identique à celle du sorgho brut d'origine et du sorgho décortiqué, le broyage par moulin donne une semoule plus riche en protides que la farine.

D'une manière générale d'ailleurs, dans le cas de la mouture par broyeur la farine est plus pauvre que la semoule en tous les nutriments (à l'exception de la thiamine), alors qu'au contraire la farine obtenue par méthode traditionnelle est plus riche que la semoule correspondante qui se trouve être particulièrement démunie de tout, protides exceptés. Cette grande pauvreté laisse à penser que la semoule de mouture traditionnelle contiendrait une plus grande quantité de l'endocarpe du grain.

Si nous comparons nos résultats aux valeurs calculées par J. ADRIAN et R. JACQUOT (2) à partir de l'étude de W. R. CARR en Rhodésie (3), nous constatons que, pour un taux d'extraction légèrement supérieur, nous observons au Cameroun une récupération de protéines rigoureusement identique, une moindre perte de calcium et des pertes en cendres, phosphore, thiamine,

TABLEAU VII. — Composition des dérivés du sorgho (Pour 100 g de matière sèche)

	Sorgho brut	Son	Sorgho décor-tiqué	Mouture traditionnelle (pilonnage)			Broyage au moulin		Kourou frais	Kourou séché	Semoule de Kourou
				Semoule	Farine fraîche	Farine séchée au soleil	Farine	Semoule			
Nombre d'échantillons analysés	1	2	2	2	2	2	1	1	2	1	1
Calories.....	383	253	411	409	413	413	412	412	414	412	409
Protides (g).....	9,6	10,4	9,5	9,5	9,6	9,4	8,5	12,8	7,9	7,4	11,3
Lipides (g).....	3,0	5,7	1,4	0,1	1,8	1,7	1,3	2,1	1,1	0,6	0,1
Glucides totaux (g).....	85,6	79,3	88,0	90,1	87,4	88,0	89,3	83,7	90,7	91,8	88,4
Insoluble formique (g).....	2,5	8,9	0,96	1,5	0,9	0,9	0,7	1,8	0,4	0,5	1,2
Cendres (g).....	1,78	4,58	1,01	0,32	1,16	0,89	0,86	1,44	0,27	0,16	0,11
Calcium (mg).....	12,8	15,9	13,5	6,6	11,8	10,4	11,6	16,9	5,6	3,0	3,4
Phosphore total (mg).....	335	644	192	42	227	208	159	262	56	62	35
Phosphore phytique (mg).....	194	417	116	32	—	135	—	—	36	36	28
P. phytique/P. total.....	0,58	0,65	0,60	0,70	—	0,65	—	—	0,64	0,62	0,80
Ca/P.....	0,04	0,02	0,07	0,15	0,05	0,05	0,07	0,06	0,10	0,05	0,10
Sodium (mg).....	5,7	8,6	4,2	4,6	5,9	4,7	4,8	4,2	4,6	4,8	5,5
Potassium (mg).....	361	682	165	78	199	184	190	262	16	18	21
Thiamine (µg).....	545	1053	301	36	366	322	215	44	69	69	14
Riboflavine (µg).....	100	201	47	26	53	41	38	71	50	75	18
Niacine (mg).....	4,6	9,9	1,9	0,5	2,2	2,2	1,2	2,9	1,6	1,5	0,8

TABLEAU VII bis. — Composition des dérivés du sorgho (pour 100 g de grain)

	Sorgho brut	Son	Sorgho décor-tiqué	Mouture traditionnelle (pilonnage)			Broyage au moulin		Kourou frais	Kourou séché	Semoule de Kourou
				Semoule	Farine fraîche	Farine séchée au soleil	Farine	Semoule			
Nombre d'échantillons analysés	1	2	2	2	2	2	1	1	2	1	1
Calories.....	333	142	292	315	289	359	332	332	212	359	219
Humidité (g).....	13,2	43,8	29,0	23,0	30,0	13,2	19,4	19,6	48,8	13,0	46,5
Protides (g).....	8,4	5,8	6,8	7,3	6,7	8,2	6,9	10,3	4,0	6,5	6,1
Lipides (g).....	2,6	3,2	1,0	0,1	1,3	1,5	1,1	1,7	0,6	0,6	0,1
Glucides totaux (g).....	74,3	44,6	62,5	69,4	61,2	76,4	72,0	67,3	46,5	79,9	47,3
Insoluble formique (g).....	2,2	5,0	0,7	1,2	0,6	0,8	0,6	1,4	0,2	0,5	0,7
Cendres (g).....	1,55	2,58	0,72	0,25	0,81	0,78	0,69	1,16	0,14	0,14	0,06
Calcium (mg).....	11,1	9,0	9,6	5,1	8,3	9,0	9,4	13,6	2,9	2,6	1,8
Phosphore total (mg).....	291	362	136	32	159	181	128	210	29	54	19
Phosphore phytique (mg).....	168	235	82	24	—	117	—	—	19	31	15
P. phytique/P. total.....	0,58	0,60	0,60	0,70	—	0,65	—	—	0,64	0,62	0,80
Ca/P.....	0,04	0,07	0,07	0,15	0,05	0,05	0,07	0,06	0,10	0,05	0,10
Sodium (mg).....	4,9	4,8	2,9	3,5	4,1	4,0	3,9	3,4	2,4	4,2	2,9
Potassium (mg).....	313	383	117	60	139	160	153	210	8	15	11
Thiamine (µg).....	473	592	214	28	256	280	173	36	36	60	8
Riboflavine (µg).....	87	113	33	20	37	36	31	57	25	65	10
Niacine (mg).....	4,0	5,5	1,4	0,4	1,6	1,9	1,0	2,4	0,8	1,3	0,4

riboflavine et lipides nettement plus importantes. L'élimination d'indigestible glucidique est plus élevée dans notre observation mais la comparaison est peu significative dans ce cas car les méthodes de détermination ne sont pas les mêmes.

	Pertes relevées par	
	CARR	FAVIER et Coll.
Matière sèche.....	34	30
Protéines.....	31	31
Lipides.....	48	65
Glucides.....	29	28
Indigestible glucidique.....	65	72
Cendres.....	29	61
Calcium.....	53	41
Phosphore.....	48	59
Thiamine.....	33	61
Riboflavine.....	58	66
Niacine.....	—	70

Il convient cependant de remarquer que dans de telles observations, les résultats dépendent de la nature du sorgho et de la façon de procéder des ménagères, certaines recherchant une farine mieux blutée, d'autres perdant davantage de produit par jaillissement hors du mortier.

C. Préparation du kourou (tableaux IV et IV bis)

Le sorgho décortiqué est mis à tremper dans l'eau de douze heures à quatre jours; l'eau est renouvelée une ou plusieurs fois. On met ensuite à égoutter dans unealebasse percée puis on broie, en présence d'eau, à la meule dormante*. La suspension aqueuse est mise de côté, le résidu solide est repris plusieurs fois pour être broyé en présence d'eau. Les eaux sont réunies et passées sur une toile ou un tamis. Le refus est lavé pour séparer un résidu constitué principalement de son et une espèce de semoule que l'on ajoute généralement à de la farine pour faire de la pâte. La suspension tamisée est mise à décanter pendant quelques heures avant d'éliminer la phase aqueuse. La farine qui s'est déposée, appelée kourou, peut être soit utilisée immédiatement pour préparer une bouillie, soit séchée au soleil pour pouvoir être conservée.

* Une meule dormante est constituée d'une grande pierre plate fixe sur laquelle on frotte une molette, pierre cylindrique d'environ 2 à 3 kg.

Du point de vue nutritionnel, la série de lavages à l'eau auxquels le grain décortiqué, puis la semoule et le kourou sont successivement soumis, est très peu favorable. En effet, si 88 p. 100 de l'indigestible glucidique sont éliminés, on ne récupère dans la totalité des fractions comestibles que la moitié de la matière sèche et des calories du sorgho d'origine, 41 p. 100 des protéines et 13 p. 100 des matières grasses. Sur le plan des matières minérales et des vitamines, le bilan est encore plus catastrophique : 3 p. 100 seulement des cendres, 8 p. 100 du phosphore et 10 p. 100 du calcium sont retrouvés dans la semoule et le kourou réunis. 95 p. 100 de la thiamine, très soluble, 88 p. 100 de la niacine et 77 p. 100 de la riboflavine sont perdus. On assiste à un véritable lessivage des éléments nutritifs du sorgho qui conduit à des produits très pauvres (tableau VII). Comme le font clairement apparaître les tableaux VIII, IX et les figures 2 et 3, la préparation de farine et semoule par voie sèche est beaucoup plus intéressante sur le plan nutritionnel que la préparation du kourou.

TABLEAU VIII

Rendements comparés des divers procédés de transformation

	Sorgho brut	Pourcentage de récupération dans la totalité des fractions comestibles		
		Mouture traditionnelle (pitonnage)	Broyage par moulin à moteur	Préparation de Kourou
Matière sèche.....	100	70	75	47
Calories.....	100	75	80	51
Protides.....	100	69	73	41
Lipides.....	100	35	38	13
Glucides totaux.....	100	72	77	50
Insoluble formique.....	100	28	27	12
Cendres.....	100	39	41	3
Calcium.....	100	59	73	10
Phosphore total.....	100	41	40	8
Sodium.....	100	70	61	39
Potassium.....	100	34	42	2
Thiamine.....	100	39	21	5
Riboflavine.....	100	34	33	23
Niacine.....	100	30	25	13

TABLEAU IX

Apport nutritionnel de 100 g de sorghos après transformation

	Sorgho brut	Farine + semoule obtenues par mouture traditionnelle	Farine + semoule obtenues par broyage au moulin	Kourou + semoule de kourou
Poids frais (g)	100	85,2	80,4	72,5
Matière sèche (g)	86,8	60,7	64,8	40,9
Calories	332	250	267	169
Protides (g)	8,3	5,8	6,1	3,5
Lipides (g)	2,6	0,9	0,9	0,3
Glucides totaux (g)	74,3	53,3	57,1	37,0
Insoluble formique (g)	2,2	0,6	0,6	0,3
Cendres (g)	1,5	0,6	0,6	0,05
Calcium (mg)	11,1	6,6	8,1	1,2
Phosphore total (mg)	291	118	116	22
Sodium (mg)	4,9	3,5	3,0	1,9
Potassium (mg)	313	107	132	7
Thiamine (µg)	473	186	117	23
Riboflavine (µg)	87	29	28	20
Niacine (mg)	4,0	1,2	0,9	0,5

D. Séchage au soleil

Pour pouvoir être conservés, farine et kourou sont mis à sécher au soleil. Pour cela, ils sont simplement étalés à même le sol ou sur des nattes et exposés aux rayons solaires. Ils sont alors fréquemment souillés de terre ou de poussière ce qui se traduit par une élévation importante de leurs teneurs en cendres : c'est ainsi que nous avons noté 25 p. 100 d'accroissement des cendres dans la farine, 33 p. 100 dans le kourou. On assiste à une perte de thiamine d'environ 10 p. 100 alors que la niacine ne varie pas sensiblement. La riboflavine par contre diminue de 23 p. 100 dans le cas de la farine, ce qui s'explique aisément par sa photosensibilité, mais elle s'accroît de 21 p. 100 au cours du

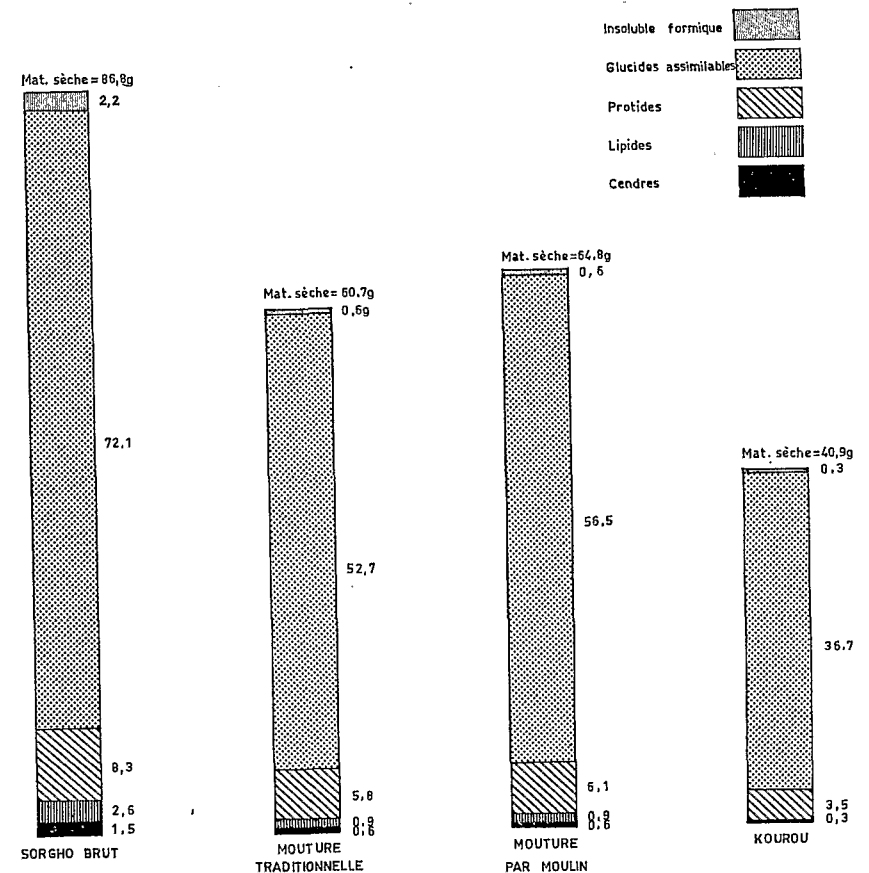


FIG. 2

Apport nutritionnel de 100 g de Sorgho après transformation

séchage du kourou (tableau X). Cette augmentation pourrait s'expliquer par une synthèse de vitamine B₂ par fermentation durant la première phase du séchage lorsque le kourou est encore très humide.

Il importe cependant de ne pas donner trop d'importance à ces chiffres. En effet, en raison de l'imprécision des dosages lorsque les teneurs sont très faibles, la comparaison du kourou frais et du kourou séché risque fort de conduire à des résultats aberrants d'où il serait erroné de tirer des déductions. Ainsi par exemple, déduire du dosage de l'insoluble formique dans le kourou frais et le kourou séché (respectivement 0,4 et 0,5 g pour 100 g) que le séchage entraîne un accroissement de l'indigestible glucidique de 25 % serait manifestement faux. La différence entre les teneurs 0,4 et 0,5 g pour 100 g n'est pas significative, en fait, compte tenu de l'imprécision du dosage.

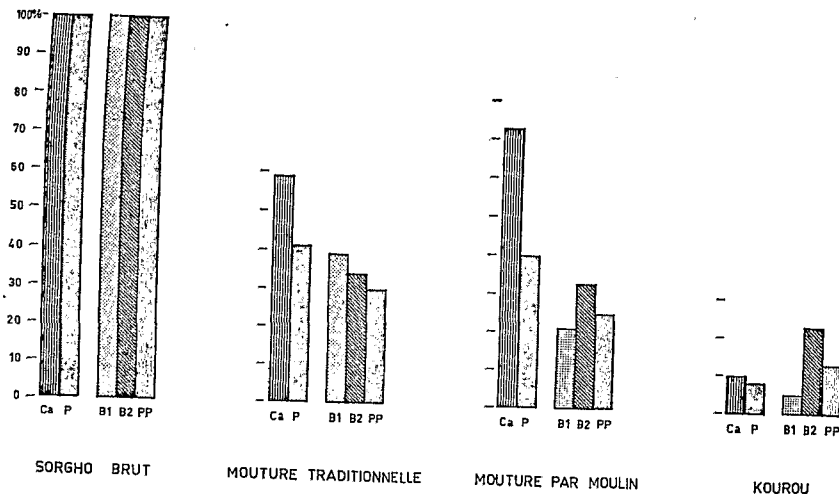


FIG. 3

Rendements en vitamines et sels minéraux des divers procédés de transformation

TABLEAU X

Influence du séchage au soleil sur la composition de la farine et du kourou *

	Pour 100 g de matière sèche		Variation p. 100	Pour 100 g de matière sèche		Variation p. 100
	Farine fraîche	Farine séchée		Kourou frais	Kourou séché	
Calories.....	413	413	0	414	112	0
Protides (g).....	9,6	9,4	- 2	7,3	7,4	+ 1
Lipides (g).....	1,8	1,7	- 6	1,1	0,6	- 45
Glucides totaux (g)...	87,4	88,0	+ 7	91,5	91,8	0
Indigestible glucidique (g).....	0,9	0,9	0	0,4	0,5	+ 25
Cendres (g).....	1,2	0,9	- 25	0,12	0,16	+ 33
Calcium (mg).....	11,8	10,4	- 12	2,8	3,0	+ 7
Phosphore total (mg).	227	208	- 8	61	62	+ 2
Sodium (mg).....	-	4,6	-	4,4	4,8	+ 9
Potassium (mg).....	-	184	-	16	18	+ 12
Thiamine (µg).....	366	322	- 12	75	69	- 8
Riboflavine (µg).....	53	41	- 23	62	75	+ 21
Niacine (mg).....	2,2	2,2	0	1,4	1,5	+ 7

* Résultats obtenus à partir de deux expérimentations sur la farine et une expérimentation sur le kourou.

E. Cuisson

Pour la préparation de la pâte, on délaie dans une faible quantité d'eau un peu de semoule ou de farine qu'on jette ensuite dans de l'eau bouillante. On maintient l'ébullition pendant une dizaine de minutes, puis on ajoute le reste de la farine. On agite vigoureusement la masse très épaisse qui se forme et on laisse cuire encore quelques minutes. Avec un morceau de calebasse, trempé dans l'eau froide et utilisé comme spatule, on prélève alors la pâte que l'on façonne en forme de boules volumineuses comme le poing.

La pâte est généralement consommée aux principaux repas, tiède ou froide, trempée dans une sauce onctueuse le plus souvent à base de feuilles, légumes et arachides, quelquefois à base de viande ou de poisson.

Pour la préparation de la bouillie, la farine ou le kourou sont jetés dans une grande quantité d'eau bouillante et l'ébullition est maintenue jusqu'à consistance voulue.

La précision des dosages microbiologiques ne nous a pas permis de déceler des modifications significatives dans la teneur de la farine en niacine sous l'effet de la cuisson. Il en a été de même pour la riboflavine lors de la cuisson de la pâte. Par contre, on peut noter une perte de riboflavine de 10 p. 100 par cuisson de la bouillie et surtout une destruction de thiamine de 22 p. 100 et 12 p. 100 respectivement lors de la préparation de la pâte et de la bouillie (tableau XI).

TABLEAU XI

Influence de la cuisson de la farine sur les vitamines

	Thiamine		Riboflavine		Niacine	
	µg pour 100 g de matière sèche	Différence p. 100	µg pour 100 g de matière sèche	Différence p. 100	mg pour 100 g de matière sèche	Différence p. 100
Farine.....	232	0	52	0	2,13	0
Pâte (moyenne de 3 expérimentations) ..	182	- 22	53	+ 2	2,05	- 4
Bouillie (moyenne de 2 expérimentations).	205	- 12	47	- 10	2,13	0

IV DISCUSSION DES RÉSULTATS

En les envisageant sous l'angle de leur composition chimique et de la valeur nutritionnelle qui en découle, il est possible de juger les divers dérivés du sorgho. A la lecture des tableaux VII et VII *bis* qui présentent leur composition chimique, il s'avère que c'est la semoule de mouture par broyeur à moteur qui est la plus intéressante sur le plan nutritionnel. Ses teneurs en protéines, lipides, cendres, calcium, phosphore, potassium et niacine dépassent celles de tous les autres dérivés. Seul le kourou séché est légèrement plus riche en riboflavine. Par contre la semoule de mouture mécanique se trouve être, après la semoule obtenue par pilonnage, la forme la plus pauvre en thiamine.

La farine fraîche obtenue par pilonnage peut être classée en seconde position aussitôt après la semoule de mouture mécanique. Très comparable aux autres dérivés par sa teneur en protéines, elle les dépasse par sa richesse en lipides, cendres, calcium, phosphore, thiamine et niacine. Sa teneur en riboflavine n'est dépassée que par celles de la semoule de mouture mécanique et du kourou séché. La farine obtenue par broyeur à moteur a une composition assez voisine avec cependant des teneurs plus faibles en protéines, sels minéraux et vitamines.

Les dérivés les plus pauvres dans l'ensemble sont la semoule de mouture traditionnelle et le kourou. Mais cette façon d'établir une hiérarchie est erronée car la composition d'une semoule ou d'une farine dépend des proportions respectives de l'une et de l'autre obtenues au cours de la même opération technologique. Ce sont donc les procédés de transformation eux-mêmes qui doivent être comparés et jugés sur la base de leur rendement en chaque élément nutritif.

De ce point de vue, les tableaux VIII, IX et les figures 2 et 3, permettent de constater que c'est la préparation du kourou qui constitue le traitement le plus préjudiciable aux nutriments du sorgho initial, comme nous l'avons déjà vu précédemment. En effet, les nombreux trempages et lavages successifs subis par le grain et ses dérivés emportent progressivement une grande partie des éléments nutritifs.

La mouture traditionnelle par pilonnage se révèle être la technique qui respecte le mieux les vitamines, notamment la vitamine B1, puisqu'elle permet de récupérer 39 p. 100 de la thiamine du grain initial alors que le broyage par moulin à moteur n'en récupère que deux fois moins et la préparation du kourou 5 p. 100 seulement. En ce qui concerne la riboflavine et la niacine, pilon et mortier se montrent aussi un peu plus favorables que le moulin et nettement plus avantageux que la technique de préparation du kourou.

Sur le plan des autres constituants chimiques et des calories, on peut accorder au broyage à moulin une très légère supériorité sur la mouture traditionnelle qui fait jaillir hors du mortier une certaine quantité de matière brute.

Ces différences de rendement en éléments nutritifs des divers procédés technologiques se traduisent-elles par des différences importantes sur le plan nutritionnel ?

La tableau XII et la figure 4 indiquent le pourcentage de couverture des besoins nutritionnels journaliers d'un homme adulte actif quand il consomme 450 g de sorgho traité selon les divers procédés technologiques. Nous avons vu, en effet, que c'était là la ration moyenne de l'individu dans le Nord-Cameroun.

Lorsqu'une telle quantité de sorgho est traitée par voie sèche, elle couvre 43 à 46 p. 100 des besoins calorique et protidique et 6 à 7 p. 100 du besoin calcique. Quand elle est transformée en kourou, les besoins énergétique, protidique et calcique sont couverts seulement à 29, 26 et 1 p. 100 respectivement.

C'est pour la thiamine que les différences sont les plus marquées entre les divers procédés de traitement. Selon que le sorgho est transformé en kourou ou en farine obtenue traditionnellement, le besoin est couvert à 9 p. 100 ou à 63-71 p. 100, soit 7 à 8 fois mieux, la farine de mouture mécanique couvrant quant à elle 40 à 45 p. 100 du besoin.

Seulement 6 à 9 p. 100 du besoin en riboflavine sont couverts par 450 g de sorgho, alors que le besoin en niacine est satisfait à 30 p. 100 par la farine de mouture traditionnelle, 25 p. 100 par la farine obtenue au moulin et 13 p. 100 par le kourou. Notons au passage que la ration à base de sorgho couvre très insuffisamment le besoin en riboflavine, ce qui explique les nombreuses observations d'ariboflavinoase faites chez les populations consommant de grandes quantités de gros mil.

Les répercussions du mode de préparation du sorgho sur la valeur nutritionnelle de la ration habituelle du mangeur de mil sont donc manifestes.

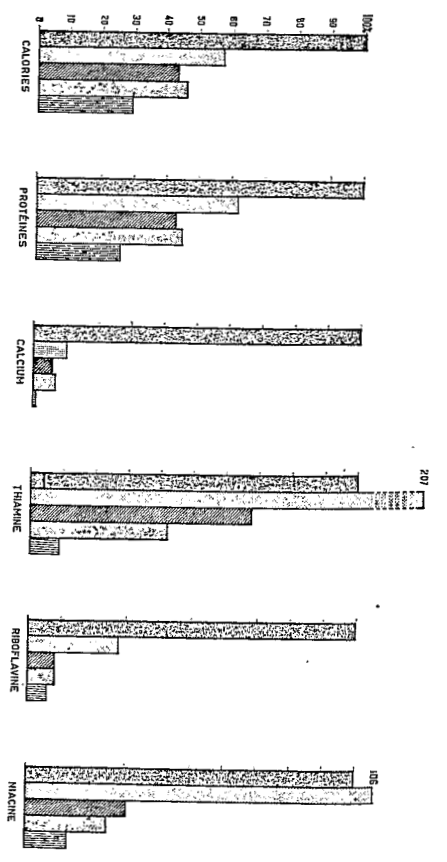
Le cas des populations kirdis qui consomment la céréale entière, non décortiquée, est particulier. Ces populations disposent de peu de terres cultivables et ont sans doute été amenées à consommer la céréale entière par mesure d'économie, afin de ne rien perdre sous forme de déchets. Mais il est bien connu que, lorsqu'il est consommé, l'abondant indigestible glucidique du son des céréales non seulement n'est pas utilisé mais joue le rôle d'anti-aliment en perturbant l'assimilation des autres constituants de la ration. A tel point que l'utilisation du pain entier, par exemple, est inférieure à l'utilisation du pain blanc, les protéines et les calories apportées en supplément par le pain entier n'étant pas utilisées et se perdant dans les excréta (11).

Les populations kirdis qui consomment le produit de mouture intégrale du mil risquent donc d'assimiler une quantité de nutriments moindre que s'ils consommaient la céréale décortiquée. Mais en est-il bien ainsi, en fait, chez des populations habituées à ce type d'alimentation depuis des générations et qui, peut-être, s'y sont adaptées par une modification de leur enzymes digestives ou de leur flore intestinale leur permettant de mieux utiliser l'indigestible glucidique et le reste de la ration ? Il ne peut être répondu à cette question tant qu'une étude sérieuse ne sera pas conduite sur la physiologie de la digestion de ces populations.

TABEAU XII

Influence du traitement technologique sur la couverture des besoins nutritionnels de l'homme adulte actif par 450 g de sorgho

	Besoin nutritionnel de l'homme adulte actif	Sorgho brut		Mouture traditionnelle par pilonnage		Mouture par moulin à moteur		Préparation du kourou		
			Couverture du besoin		Couverture du besoin		Couverture du besoin		Couverture du besoin	
			p. 100		p. 100		p. 100		p. 100	
Calories	2.600	1.494	57	1.125	43	1.201	46	760	29	
Protéines (g) . . .	60	37,4	62	26,1	43	27,3	45	15,6	26	
Calcium (mg) . . .	500	49,9	10	29,7	6	36,7	7	5,4	1	
Thiamine (µg) . . .	1.040	2.128	207	Pâte 653	63	Pâte 413	40	92	9	
				Bouillie . . . 737	71	Bouillie . . . 465	45			
Riboflavine (µg) . .	1.400	391	28	Pâte 133	9	Pâte 130	9	81	6	
				Bouillie . . . 117	8	Bouillie . . . 114	8			
Niacine (mg)	17	18,0	106	Pâte 5,2	30	Pâte 4,2	25	2,3	13	
				Bouillie . . . 5,4	32	Bouillie . . . 4,4	26			



Couverture des besoins nutritionnels de l'homme adulte actif par les dérivés de 450 g de Sorgho

FIG. 4

CONCLUSIONS

V

Le sorgho, principal aliment de base des populations du Cameroun septentrional, est consommé sous trois formes :

- farine de mouture intégrale;
- farine et semoule de sorgho décoriqué;
- farine et semoule de sorgho décoriqué trempé et lavé (kourou).

Il est difficile de juger *a priori* si la consommation de farine de mouture intégrale par certaines ethnies est justifiée. En effet, bien qu'elle apporte la totalité des éléments nutritifs du grain initial, il est impossible de préciser la valeur nutritionnelle réelle de la farine complète en raison d'un important « indigestible glucidique » dont on ignore le comportement. Joue-t-il classiquement le rôle d'agent de désassimilation, diminuant ainsi la valeur nutritionnelle de l'ensemble de la ration ? Ou bien une adaptation des enzymes digestives de la flore intestinale se produit-elle chez les consommateurs, leur permettant d'utiliser au mieux les nutriments de la ration ? Seule une étude de digestibilité sur les consommateurs eux-mêmes permettrait de faire la lumière sur cette question.

Le décorticage puis la réduction en farine et semoule éliminent la plus grande partie de l'indigestible glucidique. Mais ils entraînent des pertes sensibles de protéines, vitamines et sels minéraux, la méthode traditionnelle au mortier respectant mieux les vitamines que le broyage au moulin qui, par contre, conserve aux produits de mouture légèrement plus de calories, de protéines et de calcium.

Enfin, la mouture accompagnée de trempage et lavages à l'eau est à proscrire car elle provoque des pertes très importantes de matière sèche, de calories et de protides ainsi qu'un véritable lessivage des vitamines et des sels minéraux.

VI BIBLIOGRAPHIE

1. ADRIAN J., FRANÇNE R., BOULANGER P., DAVIN A., GALLANT D., ABEL H., GUILBOT A., GAST M., *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 1967, 2 (1), 67. — 2. ADRIAN J., JACQUOT R., Le sorgho et les mils en alimentation humaine et animale, p. 71-72, 1964, Vigot éd., Paris. — 3. CARR W. R., *Brit. J. Nutr.*, 1961, 15, 339. — 4. CHEVASSUS-AGNÈS S., FAVIER J. C., JOSEPH A., Boissons alcoolisées à base de sorgho au Cameroun, à paraître. — 5. DEIBEL R. H., EVANS J. B., NIVEN C. F., *J. Bacteriol.*, 1957, 74, 818. — 6. Direction de la Statistique, « Études socio-économiques sur le Nord-Cameroun », ministère de l'Économie nationale du Cameroun éd. — 7. FAO (Organisation des Nations-Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture) et Department of Health, Education and Welfare, Table de composition des aliments à l'usage de l'Afrique, 1970. — 8. GUILLEMET R., JACQUOT R., *C.R.Ac.Sc.*, 1943, 216, 508; JACQUOT R., FERRANDO R., Les Tourteaux, p. 101-102, 1957, Vigot éd., Paris. — 9. HOLT R., *J. Sci. Food Agr.*, 1955, 6, 136. — 10. IRAT, Les moyens traditionnels de conservation des cultures vivrières au Nord-Cameroun, *Le Cameroun agricole, pastoral et forestier*, 1967. n° 108, 42.

11. JACQUOT R., Les facteurs d'efficacité alimentaire, in *Nutrition et Alimentation tropicales*, t. I, 1957, FAO éd., Rome. — 12. KURIEN P. P., NARAYANARAO M., SWAMINATHAN M., SUBRAHMANYAN V., *Brit. J. Nutrition*, 1960, 14, 339. — 13. MARATHÉE J. P., Étude concernant la prospection sorgho de trois départements du Nord-Cameroun, rapport photocopié IRAT-Cameroun, 1970. — 14. MASSEYEFF R., CAMBON A., BERGERET B., Une enquête alimentaire et nutritionnelle chez les Toupouri de Golompoui, 1959, Orstom éd., Yaoundé. — 15. PINTA M., BUSSON F., *Ann. Nutr. Alim.*, 1963, 17, 103. — 16. RAO M. N., SUR G., SWAMINATHAN M., SUBRAHMANYAN V., *Ann. Biochem. Exp. Med.*, 1958, 18, 27. — 17. RAYMOND W. D., SQUIRES J. A., WARD J. B., *Colonial Plant Anim. Products*, 1954, 4, 152. — 18. SNELL E. E., STRONG F. M., *Ind. Eng. Chem., Anal. ed.*, 1939, 11, 346. — 19. SNELL E. E., WRIGHT L. D., *J. Biol. Chem.*, 1941, 139, 675.

OUVRAGES GÉNÉRAUX

ADRIAN J. et JACQUOT R., Le sorgho et les mils en alimentation humaine et animale, 1964, Vigot éd., Paris. — CERIGHELLI, Cultures tropicales, I. Plantes vivrières, 1955, Baillière éd., Paris. — SNOWDEN J. D., The cultivated races of sorghum, 1936, Adlard éd., London.